

A Szegedi Orvostudományi Egyetem Gyermekklinika
(Igazgató: Boda Domokos dr. egyetemi tanár)

és a

József Attila Tudományegyetem Természeti Földrajzi Tanszék
(Tanszékvezető: Jakucs László dr. egyetemi tanár)
közleménye

A Hajnóczy-barlang mikroklímájának hatása egészséges populáció légzésfunkcióira

MUCSI JÁNOS - MUCSI LÁSZLÓ

Érkezett 1987. I. 22.

Összefoglalás

Saját, ill. barlangász társaink korábbi méréseire támaszkodva elvégeztük a Hajnóczy-barlang mikroklímájának elemzését, és vizsgáltuk a tábor és a barlangászat hatására kialakuló légzésfunkciós változásokat.

Eredményeink azt mutatják, hogy a kúraszerű barlangi tartózkodás jelentősen és tartósan javítani képes egészséges emberek légzésfunkciós állapotát. A javulás több, egymástól elválaszthatatlan tényező komplex hatásának következménye. A spirometriás paraméterek közül az obstruktív elváltozások egyik mutatója, a PEF követte a legérzékenyebben a légzőrendszerben bekövetkező változásokat, amely megerősíti az egészséges emberek latens pozitív bronchomotor-tónusának létezésére vonatkozó feltételezésünket.

Summary

Based on former observations (made by themselves and speleologists) authors analysed the microclimate of the cave Hajnóczy ; and registered changes in the respiratory function due to the cave stay and speleologic activity.

Authors experienced that a treatment-like stay in the cave could significantly improve the respiratory function of healthy individuals. This improvement is the result of several correlated factors. Among spirometric parameters, PEF (revelant for obstructive disorders) followed most precisely these changes. This later observation argues in favour of the hypothetical existence of positive bronchomotor tone in healthy individuals.

Bevezetés

Bizonyítottak tekinthető, hogy az asztmás, ill. krónikus bronchitiszes betegek állapota jelentősen javul néhány hetes, barlangi klímában megvalósított komplex kezelés hatására. Objektív mérési módszerek, így a légzésfunkciós vizsgálatok felhasználása az értékelésben az utóbbi években vált jellemzővé [8, 9,10,12,13,14,17].

Ahhoz, hogy egy adott környezetben megítéljük a beteg szervezet reakcióit, feltétlenül szükség van az egészséges szervezet viselkedésének megismerésére is. Mivel a szakirodalomban nem találtunk adatot arra vonatkozóan, hogy miképpen befolyásolja a barlangi mikroklíma az egészségesek tüdőkapacitását, érdemesnek láttuk egy légzésfunkciós vizsgálatosorozat elvégzését tartósan barlangi klíma hatása alatt levő egészséges populációban.

Méréseinket a Bükk-hegységben levő Odorváron, a tiszaföldvári Hajnóczy József Gimnázium és Óvónői Szakközépiskola 1985. évi barlangkutató táborában, és a közeli, kb. 2 km hosszú Hajnóczy-barlangban végeztük el.

Módszerek, vizsgált személyek

29 barlangkutatót vizsgáltunk, kontrollcsoportnak pedig 8 felszíni táborlakót tekintettünk. Mindkét csoportot zömmel középiskolások alkották, az 17,5 év volt. A testmagasságbeli különbségeket az ún. kellértékekhez való viszonyítással küszöböltük ki.

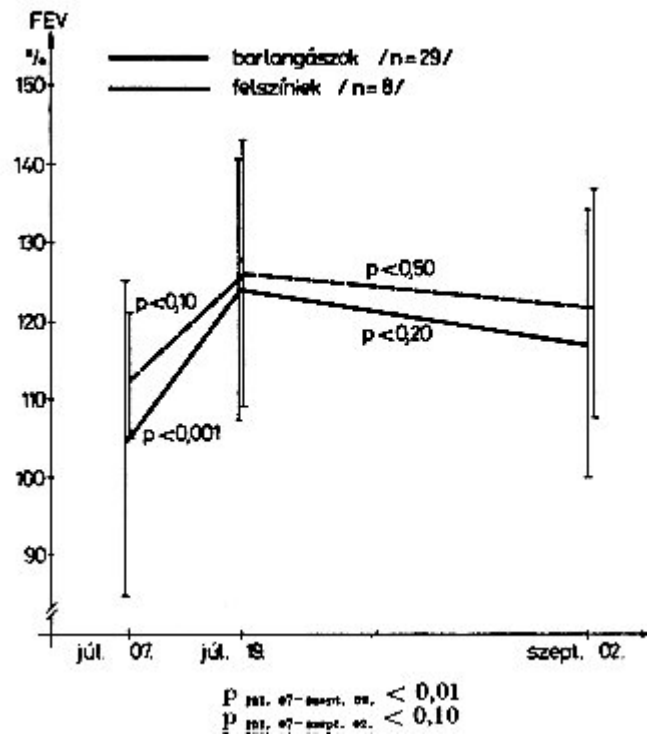
Valamennyi fiattól részletes anamnézist és rövid belgyógyászati statust vettünk fel, amelyek során lényeges eltérést nem tapasztaltunk.

A légzésfunkciós méréseket Spiroscreen 21 (MEDICOR) műszerrel végeztük el a kéthetes tábor első (1985. júl. 7.) és utolsó munkanapján (1985. júl. 19.), majd 6 héttel később az iskolaév kezdetén (1985. szept. 2.), közelítőleg ugyanabban az időpontban, délután 14-16 óra között. A kilégzési csúcssebességet (PEF), az erőltetett kilégzési másodperctérfogatot (FEV1) és az erőltetett vitálkapacitást (FVC) mértük. Mindenki legalább három próbát tett. A fújások eredményeit a kellértékhez viszonyított százalékos arányban fejeztük ki. Az értékelés során valamennyi paraméter esetében a legjobbat vettük figyelembe.

A barlangászok a tábor alatt átlagosan kb. 50 órát töltöttek a barlangban.

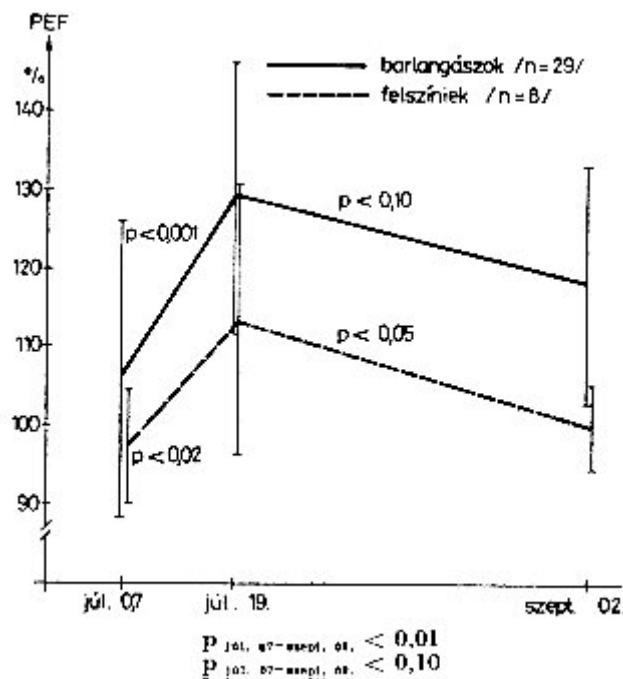
Eredmények

Légzésfunkciós méréseink eredményeit az 1-3. ábrán mutatjuk be. A tábor során a barlangászok között valamennyi vizsgált paraméter jelentős, átlagosan kb. 20%-os javulást jelzett, amely statisztikailag a Student-féle egymintás t-próbával értékelve magas szignifikanciát ($p < 0,001$) mutatott. A felszíni csoport tagjainál is jelentős javulást észleltünk, amely a PEF ($p < 0,02$), ill. az FVC ($p < 0,01$) esetében szignifikánsnak bizonyult ugyan, de a szignifikancia szintje elmaradt a barlangászoké mögött, sőt a FEV1 változása ($p < 0,10$) el is maradt a szignifikánsnak tekintett szinttől.



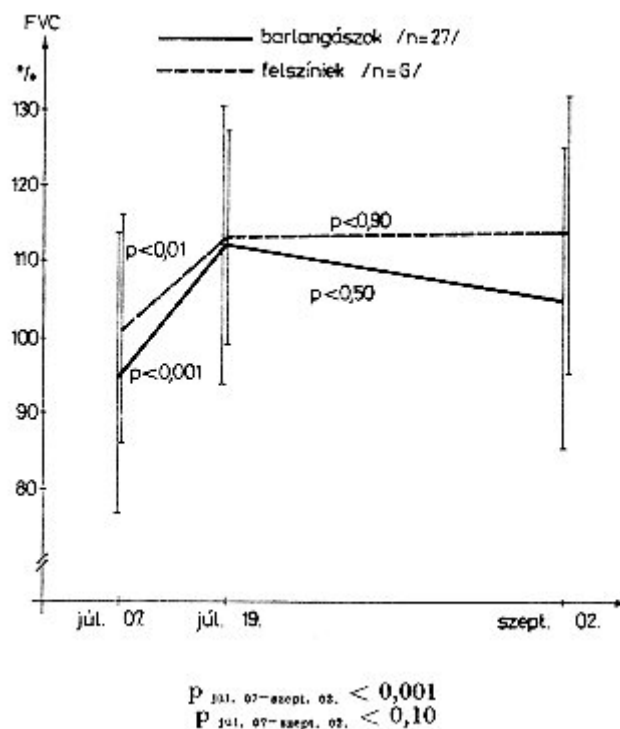
1. ábra

*A FEV1 százalékos alakulása az 1985. évi tábor barlangász- és felszíni csoportjában.
(A statisztikai számítások egymintás t-próbával történtek.)*



2. ábra

*A PEF százalékos alakulása az 1985. évi tábor barlangász- és felszíni csoportjában.
(A statisztikai számítások egymintás t-próbával történtek.)*



3. ábra

A FVC százalékos alakulása az 1985. évi tábor barlangász- és felszíni csoportjában.
(A statisztikai számítások egymintás t-próbával történtek.)

A tábor után 6 héttel ismét elvégeztük ugyanezt a mérőssorozatot. A barlangászok esetében ugyan valamennyi paraméter átlagértéke csökkent, ez a csökkenés azonban egyik esetben sem érte el a szignifikáns szintet. A felszíni csoport tagjain végzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a tábor után a FEV1 és az FVC átlagértékei nem változtak jelentősen, a PEF viszont szignifikánsan romlott ($p < 0,05$).

A szeptemberi mérések eredményeit a tábor elején mértékhez hasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a barlangászoknál a javulás még mindig erősen szignifikáns ($p < 0,01$, ill. $p < 0,001$). A felszíni csoportnál viszont nincs lényeges különbség a tábor eleji és a szeptemberi állapot között.

A vizsgált paraméterek közül a PEF-értékek követték a legérzékenyebben a légzésfunkciós állapotban bekövetkező változásokat. A 2. ábrán nyomon követhető, hogy a barlangászok javulása a tábor ideje alatt sokkal meredekebb volt, s ezt csak minimális csökkenés követte. Ezzel szemben a felszíni csoportban a tábor ideje alatti javulás mérsékeltebb volt, sőt a tábor követő romlás már szignifikánsnak ($p < 0,05$) bizonyult.

Megbeszélés

A légzésfunkciós állapot javulása több tényező komplex hatásának lehet a következménye; ezek természetesen együtt hatnak, feltételezik, ill. kiegészítik egymást [10]. Közülük legfontosabbnak a barlang jellegzetes mikroklímáját (1. táblázat) emeljük ki.

1. táblázat A Hajnóczy-barlang mikroklímájának főbb jellemzői

A levegő hőmérséklete	8,5° (1,5 °C)
- áramlása	5-2,5 cm/s
- relatív páratartalma	93-100 %
- abszolút páratartalma	9,2 g/m ³
Bradtke-féle közérzeti index	1,0
Mechanikus részecskeszám a levegőben	2,4-18 db/cm ³
A levegő CO ₂ -tartalma	0,08-1,0 %
Alfa-sugárzás	8-14 kBq/m ³
Az aerosol	.
- Ca ⁺⁺ koncentrációja	0,16-0,18 mmol/l
- Mg ⁺⁺ koncentrációja	0,03-0,07 mmol/l
- Cl - koncentrációja	0,17-0,23 mmol/l
A levegő koncentrációja	.
- Ca ⁺⁺ koncentrációja	2,10 mmol/l
- Mg ⁺⁺ koncentrációja	0,20 mmol/l
- Cl - koncentrációja	1,24 mmol/l
- SO ₄ -- koncentrációja	0,49 mmol/l
- NO ₃ - koncentrációja	0,15 mmol/l
- NH ₄ ⁺ koncentrációja	0,00 mmol/l
- pH-ja	7,77

A levegő alig változó, hűvös hőmérsékletű, csekély áramlásából és relatíve magas, abszolút értékét tekintve viszont alacsony páratartalmából következik, hogy

- viszonylag ritkán lép fel hidegérzet a barlangban,
- a testfelületen minimális a párologtatás, ugyanakkor
- a tüdőn keresztül a szervezet jelentős mennyiségű folyadékot adhat le;
- a barlangi levegő gyakorlatilag por-, csíra- és allergénmentes, hiszen a páratelt levegőbe kerülő különböző magokat azonnal vízburok veszi körül, és így azok leülepednek vagy lecsapódnak a környező falakra [3, 5,11].

A felszínnél sokkal magasabb CO₂-koncentráció a légzőközpontokra hatva jelentősen növeli a légzés mélységét, s ezáltal a légzési perctérfogatot. A mélyült légzés elősegíti, hogy a barlangi aerosol eljusson a mélyebb tüdőrészekhez, és ott kifejthesse hatását [2,15,18].

Somogyi Gy. és Németh Gy.vizsgálatai szerint a barlang levegőjében az alfasugárzás több száz-, olykor ezerszerese a felszíni értéknek [16]. Erős ionizáló képességével jótékony hatású negatív ionizációt hozhat létre.

A barlangi aerosol terápiás hatékonyságát egyre kevésbé vitatják. A legfontosabb vegyi komponensnek a Ca⁺⁺-ot tartják, amelynek gyulladásgátló, spazmolitikus és nyákoldó hatást tulajdonítanak [1, 7].

A barlangi csepegő vizekből képződik a speleoaerosol leghatékonyabb, ún. béta-komponense, amely néhány mikronos mérete és igen magas oldottanyag-tartalma (Ca^{++} , Mg^{++}) révén a nyálkahártyán jelentős lokális hatást tud kifejteni [4, 11]. Az alacsony NO_3 -koncentráció és az ammóniamentesség a barlang tisztaságát, ill. magas öntisztító-képességét bizonyítja.

A légzésfunkciós értékek javulásában a barlangklímán kívül természetesen lényeges szerepe lehet az ódorvári felszíni klímának is, elsősorban a tiszta hegyi levegőnek. Nem lebecsülendő a tábor során kifejtett sporttevékenység sem.

Az ódorvári kutatótáborra röviddel a tanév befejezése után került sor. A középiskolásoknak és tanáraiknak az évvégi hajrá, az egyetemistáknak pedig a vizsgaidőszak jelentett jelentős idegi megterhelést. A tábor lakói két hétre megszabadultak családi és lakóhelyi konfliktusaiktól. Mivel Ódorvár 4-5 km-re van a legközelebbi lakott településtől, s a táborba nincs bevezetve sem a villany, sem a víz, a civilizációs ingerek így kevésbé érvényesülnek.

Az asztma komplex patogenezisében nem hanyagolható el a pszichoszomatikus tényező sem. Feltételezzük, hogy eltérő mértékben ugyan, de egészséges embereknél is létezik egy pozitív bronchomotor-tónus. A stresszmentes természeti környezet nyugtatja az idegrendszert, s vegetatív hatásán keresztül még az egészséges emberek bronchomotortónusát is csökkenti.

A klímaváltozás terápiás utóhatása ismert: egy reakcióláncolatot szakít meg. Irritáló ágensek hiányában helyreáll az anyagcsere és az immunrendszer egyensúlya, javul a szervezet védekezőképessége. A légúti nyálkahártya megnyugszik, a nyákszekréció csökken, a bronchomotor-tónus fokozódása miatti latens obstrukció megszűnik.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondunk köszönetet a Heves, a Szolnok és a Csongrád megyei KÖJÁL-nak mintáink elemzéséért és a hiányzó műszerek biztosításáért, dr. Gyurkovits Kálmánnak, a SZOTE Gyermekklinika tudományos főmunkatársának több éves tudományos diákköri témavezető tevékenységéért, dr. Horváth Tibor főorvosnak a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat barlangterápiás szakbizottsága vezetőjének, dr. Jakucs László egyetemi tanárnak és dr. Keveiné dr. Bárány Ilona egyetemi docensnek értékes szakmai tanácsaikért, Varga Csaba középiskolai tanárnak, a tábor vezetőjének és a kutatótábor lakóinak sokrétű segítségükért.

IRODALOM

1. Ágoston B., Biró Zs., Hajós K., Krichkopf M., Vadász Gy.: A légzőszervi betegségek barlangterápiája. Orv. Hetil. 109, 640 (1968).
2. Bálint P.: Orvosi élettan. Medicina, Bp., 252-262, 1981.
3. Cauer. H.: Chemisch-physikalische Untersuchungen der Klimaverhältnisse in der Kluterthöhle. Archiv für Physikalische Therapie. 6, 8 (1954).
4. Cser F., Gárloros M.: Néhány megjegyzés a barlangi levegő nedvességtartalmához. VII. Nemzetközi Speleoterápiai Szimpózium. MKBT Bp., 118-126. 1984.
5. Fodor I.: A barlangok éghajlati és bioklimatológiai sajátosságai. Akadémiai Kiadó Bp., 11-172, 1981.
6. Fodor I.: A barlangok terápiás lehetőségeinek természettudományos alapjai. VII. Nemzetközi Speleoterápiai Szimpózium. MKBT Bp., 47-62. 1984.
7. Gressel, W.: Die Bedeutung der Watter- und Klimafaktoren in der Speleoathapie. VII. Nemzetközi Speleoterápiai Szimpózium. MKBT Bp., 31-93, 1984.
8. Horváth T., Somogyi J., Mészáros I.: Barlangterápiás tapasztalataink krónikus obstruktív légzőszervi megbetegedések kezelésében. Pneumanal. Hung., 32, 481 (1979).
9. Horváth T.: A barlangterápia lehetőségei és szerepe az idült légúti meg-betegedések

komplex rehabilitációjában. *Pneumonol. Hung.* 36, 343 (1983).

10. Horváth T.: A barlangterápia, mint légzésrehabilitációs módszer hatása a légúti obstrukciókra. *Balneológia, Rehabilitáció, Gyógyfürdőügy*, 5, 167 (1984).

11. Jakucs L.: Egyes karsztbarlangok légésterápiái hatékonyságának oki tényezői. VII. Nemzetközi Szeleoaterápiái Szimpózium. MKBT Bp. 63-84, 1984.

12. Kövesi Gy., Háber J., Borsiczky M.: A krónikus nem specifikus betegségek (CNSIB) kezelése az abadligeti barlangszanatóriumban. *Pneumonol. Hung.* 29, 34 (1976).

13. Kraszkó P., Jónás J., Szobaszlay F.: Barlangklíma-kezelés eredményessége légzőszervi obstruktív szindrómában. *Orv. Hetil.*, 114, 2661 (1973).

14. Kraszkó P.: Újabb adatok a barlangklíma gyógyhatásához obstruktív és hiperszenzitív krónikus légzési betegségben. *Pneumonol. Hung.* 36, 337 (1983).

15. Schulz, E.: Kluterthöhle und Asthma. *Med. Klinik.* 47, 40 (1952).

16. Somogyi Gy., Varga Zs., Németh Gy., Pálfalvi J., Gerzson I.: Radonmérés a Hajnóczy-barlangban. *Izotóptechnika.*, 26, 38 (1983).

17. Spannagel, K. H.: Die Behandlung des Asthma bronchiale und der chronischen Bronchitis in der Kluterthöhle. *Ztschr. angew. Bäder-Klimahk.* 7, 684 (1960).

18. Widdicombe, J. G.: Mediators and reflex bronchor constriction. *Eur. J. Respir. Dis., Suppl.* 129, 65 (1983).